

TABLA No. 13

ABASTECIMIENTO DE AGUA

REDES DE DISTRIBUCION
RECOMENDACIONES SOBRE TUBERIAS

Diámetro mínimo de tuberías, en pequeños poblados.	5	cms.
" " " tuberías, en ciudades.	7.5	"
" " " Alimentadores secundarios, en circuitos cerrados.	20	"
Espaciamiento máximo de alimentadores principales.	600	mts.
" " " válvulas de seccionamiento, en alimentadores principales.	600	mts.
Conexión de tuberías de relleno a los alimentadores principales:	con válvula	

4.13 HIDRANTES.

Tomando en cuenta lo tratado al respecto en el inciso 4.4, es conveniente instalar hidrantes para incendio, en los lugares en que la capacidad de las tuberías lo permita, tomando en cuenta los siguientes datos:

Presión residual en los hidrantes, cuando se dispone de carro bomba:	0.7	kgs/cm ²
Capacidad de una bomba de incendio, con toma de -- 10 cms. de diámetro (4"):	50	lts/seg.
Capacidad de las mangueras de incendio:		
Sectores residenciales:	11	lts/seg.
Sectores comerciales:	16	" "
Presión máxima en las mangueras de incendio:	4	kgs/cm ²

4.14 PROYECTO DE LAS TUBERIAS QUE INTEGRAN UNA RED DE DISTRIBUCION.

Antes de proceder a la integración de una red de distribución de agua es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

a) La red de distribución se compone fundamentalmente por alimenta

dores primarios, alimentadores secundarios, y tuberías de relleno.
b) Un sistema de distribución de agua, puede proyectarse como -- red abierta, o como circuitos cerrados. El primer caso se presenta cuando se abastece a una población formada por unas -- cuantas calles dispersas, y los usuarios ocupan lotes de gran -- extensión. El segundo caso, corresponde a poblaciones con superficies por usuario generalmente pequeñas, e integradas en -- áreas más o menos regulares.

c) Un circuito estará limitado por tubos alimentadores primarios o secundarios, y el área cubierta generalmente no deberá ser mayor de 0.50 km² por circuito. El área interior será abastecida por tuberías de relleno.

d) El diámetro mínimo de un tubo alimentador es generalmente de 20 centímetros.

e) El diámetro de las tuberías de relleno puede variar entre 7 y 15 centímetros, dependiendo de la concentración de demandas esperadas dentro del circuito.

f) Las tuberías de relleno no se toman en cuenta para el cálculo de la red, ya que se considera que su función principal es proveer de agua al área interior del circuito, según sus concentraciones de demanda.

4.15 SECUELA DE CALCULOS PARA EL PROYECTO DE UNA RED DE DISTRIBUCION.

El proyecto de una red de distribución, se realiza generalmente en el siguiente orden:

a) Se calcula la población de proyecto, o sea, la que corresponde al final del período de diseño.

b) Se localizan las zonas residenciales, con sus distintas densidades de población, así como las zonas industriales y comerciales.

c) Se calculan las dotaciones que corresponden a cada sector.

d) Se determinan las demandas máximas horarias de todas las zonas que integrarán la red de distribución.

e) Por suma de los valores anteriormente calculados, se determina el gasto medio anual total, y el gasto máximo horario del sistema.

f) Se determina el sistema general de flujo del agua que se pretende dar al sistema, de acuerdo con las necesidades del proyecto

específico de que se trate, que dependen principalmente:

- f.1.- De la localización de las áreas con fuerte concentración de demandas.
 - f.2.- De la topografía general del terreno.
 - f.3.- De las presiones de diseño.
 - f.4.- De la localización del tanque regulador.
- g) Fijar el trazo para la instalación de los alimentadores principales, por los cuales fluirá el mayor volumen de agua, tomando en cuenta que:
- g.1.- El flujo del agua es independiente de la topografía del terreno.
 - g.2.- El flujo del agua es desde el tanque regulador, o tanques reguladores, hacia los puntos más alejados de la red.
 - g.3.- A igualdad de velocidades en el flujo del agua, las pérdidas de carga son menores entre mayor es el diámetro del tubo, siempre que los tubos tengan el mismo coeficiente de rugosidad.
 - g.4.- Consecuencia de lo anterior, las pérdidas de energía son generalmente mayores en los tubos de menor diámetro.
- h) Se determina la pérdida total de energía que se puede permitir en el sistema de distribución. Ello depende de:
- h.1.- La topografía general del terreno.
 - h.2.- Las presiones residuales en los distintos puntos del sistema.
 - h.3.- De la energía disponible en el tanque regulador.
- i) Se proponen diámetros de tuberías para los alimentadores principales y secundarios, los que serán función de:
- i.1.- La energía que se puede perder por kilómetro de tubería.
 - i.2.- El gasto que se pretende transportar en cada tramo.
 - i.3.- El coeficiente de rugosidad de cada uno de los tubos que integran el sistema.

- j) Se revisa la red de distribución, para determinar si funciona en forma adecuada, desde el punto de vista hidráulico.

4.16 REVISION DE REDES DE DISTRIBUCION.

La revisión de una red de distribución tiene por objeto determinar si las consideraciones que se hicieron al proyectar la red, permiten que el sistema funcione adecuadamente, desde el punto de vista hidráulico. Se pueden presentar dos casos:

- a) Que se trate de una red abierta.
- b) Que se trate de una red de circuitos cerrados.

En el primer caso, el cálculo se limita a revisar las pérdidas de energía en los distintos tubos, y verificar que las presiones residuales y los gastos, corresponden a las necesidades de la población en todos los puntos de la red. En todo caso, se pueden proponer modificaciones a la localización de algunos tubos alimentadores, o al diámetro de los mismos, a fin de obtener un perfil de gradiente más uniforme, o que se ajuste mejor a las necesidades de presiones residuales.

En el segundo caso, se tiene que verificar que el agua fluirá por el sistema de acuerdo con lo propuesto, lo cual se logra si se comprueba que:

- a) En todo crucero, la cantidad de agua que llega es igual a la que se extrae del mismo.
- b) La pérdida de energía en todos los circuitos, desde su punto más aguas arriba, hasta el más aguas abajo, de acuerdo con el sistema de flujo propuesto, es igual en las dos ramas de flujo que los integran.

La condición a), se debe cumplir con precisión, pues si existe algún error, es en todo caso de carácter numérico, al ir acumulando los gastos sucesivos, según la ley de flujo que se haya propuesto.

La condición b), se debe llevar a una aproximación razonable, ya que depende del cálculo de las pérdidas de energía, las que en todo caso, derivan fundamentalmente de las características de los tu

bos las cuales no se pueden fijar con precisión.

Cuando la diferencia de pérdidas de energía es significativa, se puede recurrir a dos procedimientos:

- Cambiar los diámetros de algunos tubos.
- Redistribuir los gastos en los distintos tubos que integran los circuitos.

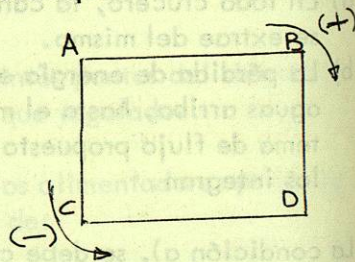
El primer procedimiento solo se emplea, cuando se comprueba que el gradiente de energía muestra cambios tan bruscos, que resulta evidente una mala operación del sistema. Pero si se trata de ajustes de pérdida de energía menores, el procedimiento lleva generalmente a soluciones que en la mayoría de los casos significa un aumento de diámetros que normalmente no se justifica, por lo que lo recomendable, es hacer primero una redistribución de gastos.

Un procedimiento que simplifica considerablemente el proceso, es el llamado método de Hardy Cross, o método de aproximaciones sucesivas.

4.17 EL METODO DE CROSS PARA BALANCEO DE CIRCUITOS.

Si se cumple la condición de que en un circuito cerrado, ABCD, en el que el agua fluye de A hacia B, las pérdidas de carga son iguales en su rama positiva y negativa, la ecuación que lo indica es:

$$\sum hf_+ = \sum hf_-$$



y expresada en función del gasto:

$$\sum kQ_+^n = \sum kQ_-^n$$

Pero si existe un desequilibrio, y suponiendo que las pérdidas por ABD son mayores que por ACD, para equilibrarlas, se podría transferir

Parte del gasto que va por la primera, hacia la segunda, en un valor ΔQ que determinaría el equilibrio. En este caso, la ecuación quedaría en la siguiente forma:

$$\sum K_+ (Q_+^n - \Delta Q)^n = \sum K_- (Q_- + \Delta Q)^n$$

que desarrollándola, de acuerdo con el teorema de los binomios, y conservando solo los dos primeros términos, que son los que dan en este caso valores significativos, tenemos:

$$\sum K_+ (Q_+^n - n Q_+^{n-1} \Delta Q) = \sum K_- (Q_-^n + n Q_-^{n-1} \Delta Q)$$

y resolviendo para ΔQ tenemos:

$$Q = \frac{\sum K_+ Q_+^n - \sum K_- Q_-^n}{n (\sum K_+ Q_+^{n-1} + \sum K_- Q_-^{n-1})}$$

$$hf = KQ^n \quad \text{y} \quad \frac{hf}{Q} = KQ^{n-1}$$

de donde:

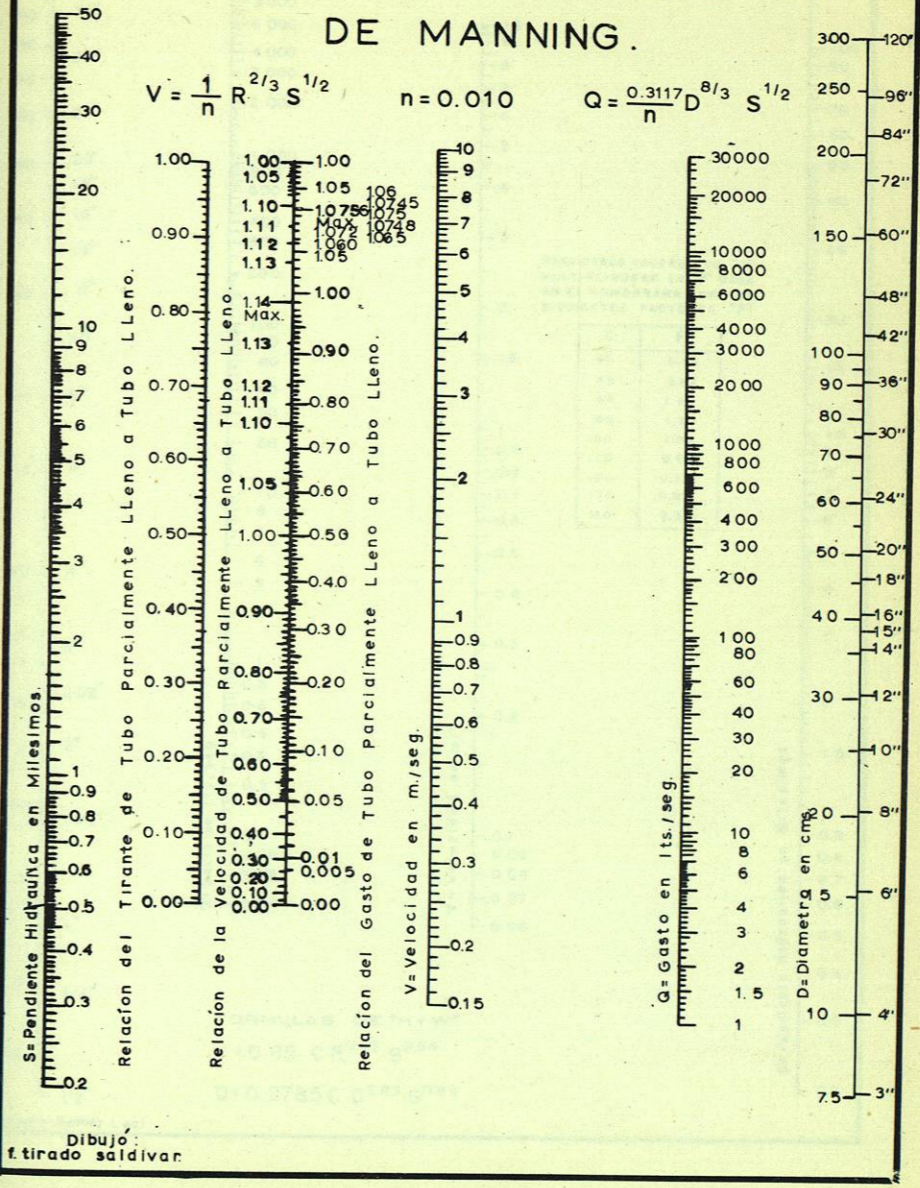
$$\Delta Q = \frac{\sum hf - \sum hf_-}{n (\sum \frac{hf_+}{Q_+} + \sum \frac{hf_-}{Q_-})}$$

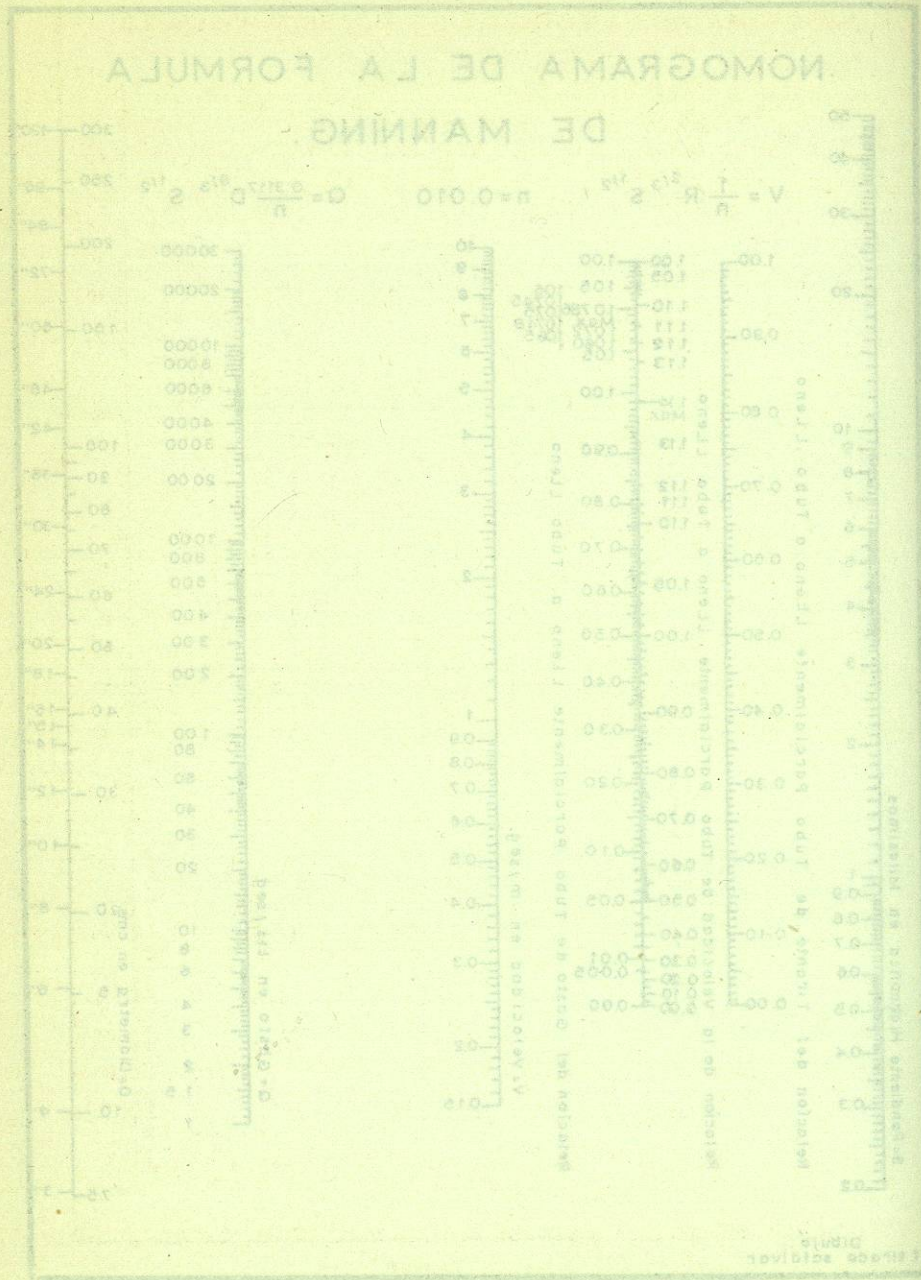
o sea que:

La corrección necesaria que debe hacerse al gasto de los dos ramales de un circuito, es igual a la diferencia entre la suma de los gastos del ramal positivo y la del ramal negativo, dividada por "n" veces la suma de las relaciones de pérdida de energía a gasto, en cada uno de los tubos que integran el circuito.

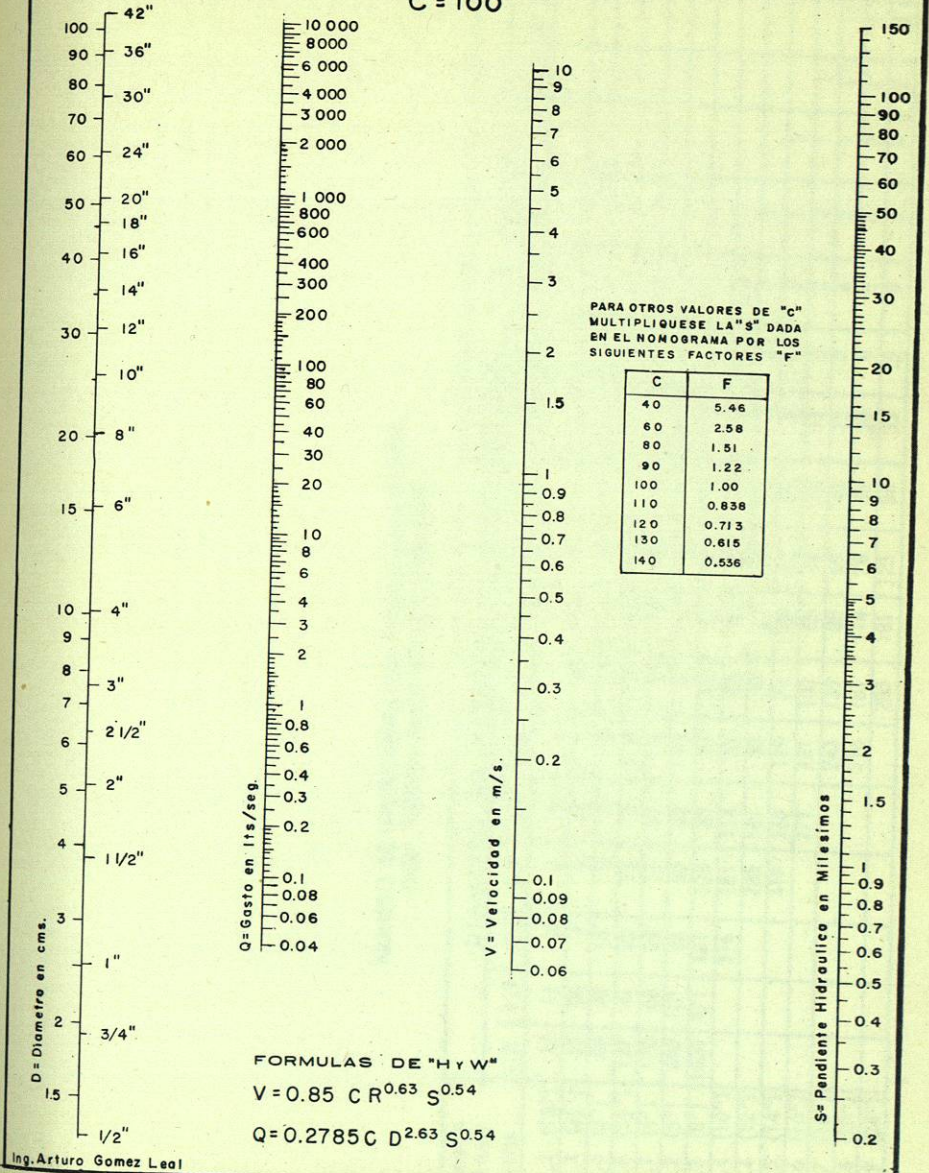
El valor de "n", depende de la fórmula que se emplee para calcu-

NOMOGRAMA DE LA FORMULA DE MANNING.





NOMOGRAMA DE LA FORMULA DE HAZEN Y WILLIAMS
C = 100



PARA OTROS VALORES DE "C"
MULTIPLIQUESE LA "S" DADA
EN EL NOMOGRAMA POR LOS
SIGUIENTES FACTORES "F"

C	F
40	5.46
60	2.58
80	1.51
90	1.22
100	1.00
110	0.838
120	0.713
130	0.615
140	0.536

